

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
26. Juli 2001 (26.07.2001)

PCT

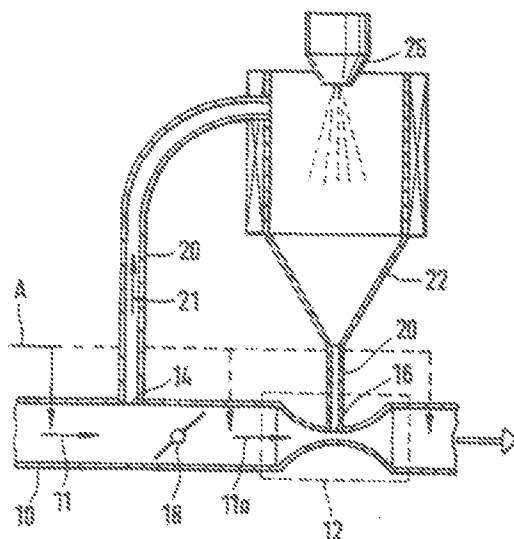
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/53675 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: F02B (DE), RU/FF, Manfred [DE/DE], Hohenstaufenstr. 19, 71696 Moeglingen (DE), BAREIS, Marc [DE/DE], Paulinensstr. 35/1, 71706 Markgröningen (DE), H.G.NEK, Frank [DE/DE], Marienstr. 20, 76137 Karlsruhe (DE), HARNDORF, Horst [DE/DE], Auenweg 25, 71701 Schwieberdingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00163
- (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Januar 2001 (17.01.2001)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungstaaten (national): JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TH).
- (30) Angaben zur Priorität: 100 02 000.3 19. Januar 2000 (19.01.2000) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE], Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NAU, Michael [DE/DE], Baumgartenweg 6, 72175 Dornhan/Aischfeld
- Veröffentlicht: — ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweifelszeichen-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ATOMIZING NOZZLE

(54) Bezeichnung: ZERSTÄUBUNGSANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to an atomizing nozzle for a gas-liquid mixture, especially for injecting the same into a chemical reformer used for producing hydrogen. Said atomizing nozzle contains at least one gas supply line (10, 10') for supplying a gas stream (11, 11) and contains at least one liquid supply line for supplying a liquid stream. The gas supply line (10, 10') comprises at least one first branching point (14, 14') at which a partial stream (21, 21') of the gas stream (11, 11) can be diverted into a lateral line (20, 20') configured as a bypass. The liquid stream flows into the lateral line (20, 20') at a discharge point (26) of the liquid supply line. The gas supply line (10, 10') comprises at least one second branching point (16) at which the lateral line (20) can be supplied once again with the partial stream (21, 21') containing the liquid stream.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Zerstäubungsanordnung für ein Gas-Flüssigkeitsgemisch, insbesondere zum Eintrag in einen chemischen Reformer zur Erzeugung von Wasserstoff. Die mindestens eine Gaszufuhrleitung (10, 10') für die Zufuhr eines Gasstroms (11, 11) und mindestens eine Flüssigkeitszufuhrleitung für die Zufuhr eines Flüssigkeitsstroms enthält. Die Gaszufuhrleitung (10, 10') weist zumindest eine erste Verzweigungsstelle (14, 14') auf, an der ein Teilstrom (21, 21) des Gasstroms (11, 11) in eine als Bypass ausgeführte Seitenleitung (20, 20) ableitbar ist. In die Seitenleitung (20, 20) mündet der Flüssigkeitsstrom an einer Austrittsstelle (26) der Flüssigkeitszufuhrleitung. Die Gaszufuhrleitung (10, 10') weist mindestens eine zweite Verzweigungsstelle (16) auf, an der die Seitenleitung (20) mit dem den Flüssigkeitsstrom enthaltenden Teilstrom (21, 21) wieder zuführbar ist.

WO 01/53675 A2

### Zerstäubungsanordnung

Die Erfindung betrifft eine Zerstäubungsanordnung insbesondere zum Eintrag eines Gas/Flüssigkeitsgemisches in einen chemischen Reformier nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

### Stand der Technik

Unter den alternativen Antriebskonzepten für Kraftfahrzeuge finden zur Zeit vor allem brennstoffzellengestützte Systeme eine verstärkte Aufmerksamkeit. Diese Systeme beinhalten üblicherweise PEM-Brennstoffzellen (PEM: Polymer Electrolyte Membrane), die mit Wasserstoff und Luft als Energieträger betrieben werden.

Da sich die Betankung und Speicherung von Wasserstoff im Kraftfahrzeug nach wie vor als problematisch erweist, wird der Wasserstoff in einer vorgeschalteten Reformierstufe aus gut zu handhabenden Kraftstoffen wie beispielsweise Methanol, Methan, Diesel oder Benzin je nach Bedarf direkt „on board“ bereitgestellt und sofort verbraucht. Die dabei zum Einsatz kommenden Reformer stellen chemische Reaktoren dar, mit deren Hilfe die Kraftstoffe unter Luft- und Feuchtigkeitzzusatz beispielsweise bei 800°C an beheizten Katalysatoren parti-

ell zu Wasserstoff und weiteren Folgeprodukten wie CO und CO<sub>2</sub> oxidiert werden.

Dabei kommt der Beschickung des Reformers mit den für die Reaktion benötigten Edukten eine große Bedeutung zu. Üblicherweise werden alle Edukte wie Luft, Wasser und Kraftstoff in gasförmigen Zustand dem Reformer zugeführt. Dies erfordert einen Vorverdampfer, der in der Lage ist, die entsprechenden Mengen an gasförmigem Kraftstoff und Wasserdampf zur Verfügung zu stellen.

Während der Kaltstartphase kommt es allerdings zu Problemen, da die flüssigen Edukte dann nicht über die Abwärme des Reformers verdampft werden können, sondern nur mittels eines elektrisch beheizten Verdampfers. Auch bei sich abrupt ändernden Lastwechselanforderungen sind konventionelle Verdampfer nicht in der Lage, verzögerungsfrei die entsprechenden Mengen an gasförmigen Reaktanden zu erzeugen.

Alternativ wurden daher Konzepte entwickelt, Treibstoffe und Wasser in flüssiger Form direkt in den Reformer einzudüsen. Um jedoch eine möglichst optimale Reaktionsführung im Reformer zu gewährleisten, müssen die flüssigen Edukte in feinstverteilter Form in den Reformer eingetragen werden. In der US-PS 3,971,847 wird ein Reaktor zur Herstellung von Wasserstoff beschrieben, der eine Düse beinhaltet, mit deren Hilfe flüssige Kohlenwasserstoffe in einen Luftstrom eingespritzt werden. Der entstehende Nebel wird an Ablenkplatten verwirbelt bevor er in die eigentliche Reaktionszone gelangt. Das zur Reaktion benötigte Wasser wird jedoch separat in einem Vorverdampfer verdampft.

Die zu lösende Aufgabe besteht darin, eine Zerstäubungsanordnung für die gleichzeitige Zerstäubung von

Wasser und flüssigen Kraftstoffen bereitzustellen, wobei die Zerstäubungsanordnung einen sehr hohen Zerstäubungs- und Vermischungsgrad der Edukte und darüber hinaus eine verzögerungsfreie Zudosierung der flüssigen Edukte gewährleisten soll.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Zerstäubungsanordnung und das Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 weist den Vorteil auf, daß ein Gas/Flüssigkeitsgemisch erzeugt wird, das sich durch einen hohen Zerstäubungsgrad und eine gute Durchmischung der Reaktanden auszeichnet. Darüber hinaus wird ein gutes Kaltstartverhalten des Systems und eine adäquate Reaktionsfähigkeit auf dynamische Lastwechsel gewährleistet.

Der hohe Zerstäubungsgrad wird erreicht, indem dem der Gasstrom, in den die zu zerstäubende Flüssigkeit eingetragen werden soll, in einen Haupt- und einen Teilgasstrom aufgespalten wird, der Teilstrom in eine Vormischkammer mündet, in die die zu zerstäubende Flüssigkeit eingespritzt wird und das dabei entstehende Gas/Flüssigkeitsgemisch in den Hauptgasstrom zurückgeführt und mit diesem homogen vermischt wird. Besonders vorteilhaft ist dabei, daß sich die Drosselverluste innerhalb der Zerstäubungsanordnung minimieren lassen, da nur ein kleiner Teil des Gesamtgasstroms den strömungstechnisch ungünstigen Weg über die Vormischkammer nimmt und trotzdem eine gute Zerstäubung und Vermischung der flüssigen Komponenten stattfindet.

Aufgrund der rein gasunterstützten Zerstäubung der Flüssigkeiten sind nur geringe Flüssigkeitsdrücke er-

forderlich und der Einbau kostspieliger Hochdruckpumpen entfällt.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Zerstäubungsanordnung möglich.

So ist es besonders vorteilhaft, wenn die flüssigen Komponenten dem Reformier je nach Bedarf auch in gasförmiger Form zur Verfügung gestellt werden können. Dies ist durch eine beheizbare Vormischkammer gewährleistet. Des weiteren ist es von Vorteil, wenn an der Verzweigungsstelle, an der der mit Flüssigkeit beladene Teilgasstrom in den Hauptgasstrom zurückgeführt wird eine möglichst effektive Vermischung von Teil- und Hauptgasstrom stattfindet. Dies wird erreicht, indem die Hauptgasleitung im Bereich der Verzweigungsstelle eine Querschnittsverengung, bevorzugt in Form eines Venturirohres, aufweist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung sind zwei separate Gaszuleitungen für Wasserdampf und Luft vorgesehen, die jeweils eine Verzweigung für einen Haupt- und einen Teilgasstrom aufweisen. Beide Teilgasströme werden der Vormischkammer zugeführt. Diese Anordnung gestattet eine gute Voreinstellung des in der Vormischkammer erzeugten Gemisches.

#### Zeichnungen

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbei-

spiels der erfindungsgemäßen Zerstäubungsanordnung und Figur 2 eine schematische Darstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels.

#### Ausführungsbeispiele

Die in Figur 1 dargestellte Zerstäubungsanordnung umfaßt eine Gaszuleitung 10, die von einem Gasstrom 11 durchströmt wird und einen Bereich 12 beinhaltet, der einen reduzierten Strömungsquerschnitt aufweist und vorzugsweise als Venturirohr ausgestaltet ist. Die Gaszuleitung weist weiterhin eine erste und eine zweite Verzweigungsstelle 14, 16 auf. An der ersten Verzweigungsstelle 14 zweigt eine als Bypass ausgeführte Seitenleitung 20 ab, die einen Teilstrom 21 des Gasstroms 11 einer Vormischkammer 22 zuführt. Am Austrittsseitigen Ende der Vormischkammer 22 setzt sich die Seitenleitung 20 fort und mündet an der zweiten Verzweigungsstelle 16 in die Gaszuleitung 10. Die Verzweigungsstelle 16 befindet sich dabei im Bereich 12 der Gaszuleitung 10, der bevorzugterweise als Venturirohr ausgestaltet ist. Dabei ist eine Position im Bereich des kleinsten Strömungsquerschnitts des Venturirohres, der auch als Kehiquerschnitt bezeichnet wird, besonders vorteilhaft.

In die Vormischkammer 22 ist eine Austrittsöffnung 26 in Form einer Zerstäubungsdüse integriert, die die über eine Flüssigkeitszuleitung zugeführten flüssigen Edukte wie Wasser und/oder Kraftstoff mit den gasförmigen Edukten, die den Teilstrom 21 bilden, homogen vermischt. Als Zerstäubungsdüse können die üblichen, der Fachwelt geläufigen Düsen, wie Lochstrahldüse, Schirmstrahlventil u.ä. verwendet werden.

Um eine gute Vermischung zu gewährleisten, enthält die Vermischkammer 22 beispielsweise zusätzlich einen in die Kammerwand integrierten Ringkanal, in den der Teilgasstrom 21 einmündet. Alternativ kann der Teilstrom 21 der Vermischkammer 22 auch tangential zugeführt werden.

Zwischen der ersten Verzweigungsstelle 14 und dem Abschnitt der Querschnittsverengung 12 weist die Gasleitung 10 ein Mittel zur Regulierung des Gasvolumenstroms, bevorzugterweise eine Drosselklappe 18 auf. Sie regelt die prozentuale Aufteilung des Gasstroms 11 in einen Restgasstrom 11a und den Teilgasstrom 21. Dabei ist aus strömungstechnischen Gründen ein möglichst geringer Anteil des Teilgasstromes 21 am Hauptgasstrom 11 wünschenswert.

Der Gasstrom 11 setzt sich im wesentlichen aus den gasförmigen Edukten des Reformers zusammen und enthält vor allem Diogen Luft, Wasserdampf oder auch gasförmige Kraftstoffe. Diese können schon vor Eintritt in die erfindungsgemäße Zerstäubungsanordnung vermischt sein; es ist aber auch möglich, Wasserdampf bzw. gasförmige Kraftstoffe dem Gasstrom 11 innerhalb der Zerstäubungsanordnung, beispielsweise zwischen den Verzweigungsstellen 14, 16 zuzuführen oder erst nach dem Verlassen der Zerstäubungsanordnung. Diese Möglichkeiten sind in Figur 1 durch die Pfeile A gekennzeichnet.

Als flüssige Edukte werden der Zerstäubungsanordnung Wasser und flüssige Kraftstoffe wie Benzin, Diesel, Methanol, Methanol-Wassermischungen oder Benzin-Wasseremulsionen zugeführt. Die flüssigen Edukte können dabei wahlweise einzeln oder gemischt dem Teilgasstrom 21 zugeführt werden. Alternativ kann für jedes flüssige Edukt eine eigene Austrittsstelle 26 vorgesehen werden.

In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Zerstäubungsanordnung dargestellt. Es sind zwei separate Gaszuleitungen 10, 10' vorgesehen, die es ermöglichen, der erfindungsgemäßen Zerstäubungsanordnung die gasförmigen Edukte wie Luft, Wasserdampf und ggf. vorverdampften Kraftstoff einzeln zuzuführen. Die Gaszuleitung 10' weist eine weitere erste Verzweigungsstelle 14' auf, an der ein weiterer Teilgasstrom 21' in eine weitere Seitenleitung 20' abzweigt. Die weitere Seitenleitung 20' mündet, wie auch die Seitenleitung 20, in die Vermischkammer 22.

In Strömungsrichtung des Gasstroms 11' der Verzweigungsstelle 14' nachgeordnet befindet sich in der weiteren Gaszuleitung 10' als weiteres Mittel zur Regulierung des Gasvolumenstroms eine weitere Drosselklappe 18'. Die weitere Gaszuleitung 10' mündet beispielsweise zwischen Drosselklappe 18 und dem Bereich der Querschnittsverengung 12 in die Gaszuleitung 10. Es ist aber auch möglich, die Gaszuleitungen 10, 10' erst in Strömungsrichtung des Gasstroms 11, 11' nach der Zerstäubungsanordnung zusammenzuführen. Diese Möglichkeiten sind in Figur 2 durch die Pfeile A' gekennzeichnet.

Alle Komponenten der Zerstäubungsanordnung sind beispielsweise aus rostfreiem Stahl gefertigt, es lassen sich aber auch andere bestandige und korrosionsfeste Materialien verwenden.

Zur Erzeugung des Wasserstoffs im nachgeschalteten Reformax können je nach Anforderungen verschiedene Eduktgemische zum Einsatz kommen. So läßt sich Wasserstoff durch partielle Oxidation von Kraftstoffen unter Zusatz von wahlweise Wasserdampf, Luft oder einem Gemisch aus beidem gewinnen. Die Umsetzung erfolgt üblicherweise an einem beheizbaren Katalysator, wobei als Kraftstoffe



Benzin, Diesel, Methan oder Methanol verwendet werden können. Weiterhin eignen sich auch Methanol-Wassermischungen oder Benzin-Wasseremulsionen.

Je nach Lastanforderung an die Brennstoffzelle sind verschiedene Betriebszustände des Reformers bzw. des Gesamtsystems zu unterscheiden. Die erfindungsgemäße Zerstäubungsanordnung ist auch bei wechselnden Betriebszuständen stets in der Lage, die benötigten Edukte in der erforderlichen Menge und Zusammensetzung dem System zur Verfügung zu stellen.

Unter stationären Betriebsbedingungen müssen dem Reformer Luft und/oder Wasserdampf zugeführt werden. Dabei können Luft und Wasserdampf entweder in bereits vorgemischter Form oder als weitestgehend getrennte Gasströme dem Reformer zugeführt werden. Der flüssige Kraftstoff wird beispielsweise an der Austrittsöffnung 26 über eine Zerstäubungsdüse der Zerstäubungsanordnung zugeführt und gelangt in feinstverteilter Form in den Teilstrom 21. 21' wird mit dem Restgasstrom 11a vermischt und gelangt als homogenes Gas/Flüssigkeitsgemisch in den Reformer. Je nach Betriebszustand des Reformers kann der Zerstäubungsanordnung auch Wasser über die Austrittsstelle 26 zugeführt werden. Dies ist vor allen Dingen bei abrupten Lastwechselvorgängen von Bedeutung. Weiterhin ist es möglich, der Zerstäubungsanordnung Kraftstoff/Wassermischungen zuzuführen.

Während der Kaltstartphase des Systems steht kein Wasserdampf zur Verfügung und das Wasser wird in flüssiger Form dem Reformer zugeführt. Der hohe Zerstäubungsgrad der von der erfindungsgemäßen Zerstäubungsanordnung erzeugten Gas/Flüssigkeitsgemische bewirkt eine deutliche Beschleunigung des Startvorgangs. Ergänzend kann das

Startverhalten durch einen beheizten Katalysator im Reformer weiter verbessert werden.

Wird die erfindungsgemäße Zerstäubungsanordnung mit einem entsprechenden Dosiersystem für die gasförmigen und flüssigen Edukte gekoppelt, so ergibt sich vorteilhaft eine räumliche Trennung von Dosierung und Zerstäubung. Dies ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die Zerstäubungsanordnung in die Reaktorwand des Reformers integriert wird, da beispielsweise Dosierventile bei geringer räumlicher Distanz zum Reformer aufwendig gekühlt werden müßten.

Die erfindungsgemäße Zerstäubungsanordnung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern es sind weitere Ausgestaltungen einer Zerstäubungsanordnung, die auf einer gasstromunterstützten Zerstäubung beruhen, denkbar.

#### Ansprüche

1. Zerstäubungsanordnung für ein Gas/Flüssigkeitsgemisch, insbesondere zum Eintrag in einen chemischen Reformer zur Erzeugung von Wasserstoff, mit mindestens einer Gaszuleitung für die Zufuhr eines Gasstroms und mindestens einer Flüssigkeitszuleitung für die Zufuhr eines Flüssigkeitsstroms, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszuleitung (10, 10') zumindest eine erste Verzweigungsstelle (14, 14') aufweist, an der ein Teilstrom (21, 21') des Gasstroms (11, 11') in eine als Bypass ausgeführte Seitenleitung (20, 20') ableitbar ist, in die der Flüssigkeitsstrom an einer Austrittsstelle (26) der Flüssigkeitszuleitung mündet, und daß die Gasleitung (10, 10') mindestens eine zweite Verzweigungsstelle (16) aufweist, an der die Seitenleitung (20) mit dem den Flüssigkeitsstrom enthaltenden Teilstrom (21, 21') der Gaszuleitung (10) wieder zuführbar ist.
2. Zerstäubungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Seitenleitung (20, 20') eine Vormischkammer (22) aufweist, in der sich die Austrittsstelle (26) befindet.

3. Zerstäubungsanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vormischkammer (22) beheizbar ist.

4. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszuleitung (10) im Bereich der zweiten Verzweigungsstelle (16) einen Bereich mit verengtem Querschnitt (12) aufweist.

5. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gaszuleitung (10) im Bereich der zweiten Verzweigungsstelle (16) als Venturiröhre ausgestaltet ist und sich die zweite Verzweigungsstelle (16) im Bereich des geringsten Querschnitts der Gaszuleitung (10) befindet.

6. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Austrittsstelle (26) als Zerstäubungsdüse ausgestaltet ist.

7. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Flüssigkeiten Wasser und/oder ein Kraftstoff zuleitbar sind.

8. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vormischkammer (22) ein Mittel zur Verdrängung des Teilstroms (21, 21'), vorzugsweise einen Ringkanal, aufweist.

9. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Vermischkammer (22) zylindrisch ausgestaltet ist und der Teilstrom (21, 21') zur Vermeidung von Inhomogenitäten tangential in die Vermischkammer (22) einleitbar ist.

10. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der Gaszuleitung (10, 10') in Strömungsrichtung des Gasstroms (11, 11') zwischen der ersten Verzweigungsstelle (14, 14') und der zweiten Verzweigungsstelle (16) ein Mittel zur Regulierung des Gasvolumenstroms, vorzugsweise eine Drosselklappe (15), vorgesehen ist.

11. Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine zweite Gaszuleitung (10'') vorgesehen ist, von der an einer weiteren Verzweigungsstelle (14'') ein weiterer Teilstrom (21'') in eine weitere Seitenleitung (20'') abzweigt, die der Vermischkammer (22) zugeführt ist.

12. Verwendung einer Zerstäubungsanordnung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Zerstäubung flüssiger Edukte eines Reformers für Brennstoffzellen.

### Zerstäubungsanordnung

#### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Zerstäubungsanordnung für ein Gas-Flüssigkeitsgemisch, insbesondere zum Eintrag in einen chemischen Reformier zur Erzeugung von Wasserstoff, die mindestens eine Gaszuleitung (10, 10') für die Zufuhr eines Gasstroms (11, 11') und mindestens eine Flüssigkeitszuleitung für die Zufuhr eines Flüssigkeitsstroms enthält. Die Gaszuleitung (10, 10') weist zumindest eine erste Verzweigungsstelle (14, 14') auf, an der ein Teilstrom (21, 21') des Gasstroms (11, 11') in eine als Bypass ausgeführte Seitenleitung (20, 20') ableitbar ist. In die Seitenleitung (21, 21') mündet der Flüssigkeitsstrom an einer Austrittsstelle (26) der Flüssigkeitszuleitung. Die Gaszuleitung (10, 10') weist mindestens eine zweite Verzweigungsstelle (16) auf, an der die Seitenleitung (20) mit dem den Flüssigkeitsstrom enthaltenden Teilstrom (21, 21') wieder zuführbar ist.

(Figur 1)

Fig. 1

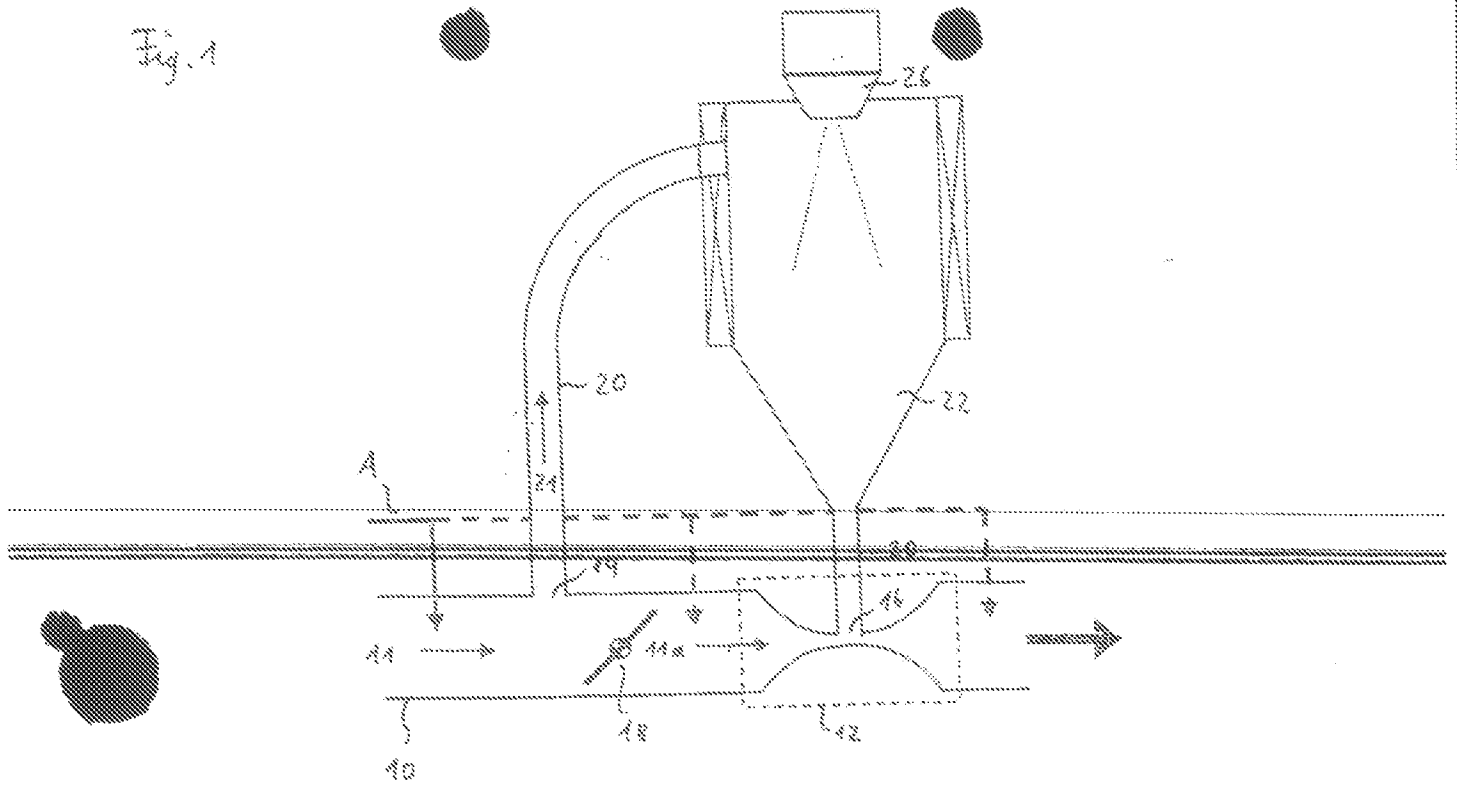


Fig. 2

